

## **ПРОБЛЕМЫ ЦИФРОВИЗАЦИИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ: ОТ РЕШЕНИЙ К ТРАНСФОРМАЦИИ**

**Зубкова Г.А.**

студент ФГБОУ ВО «Государственный университет управления»,  
г. Москва

**Зимнухова Д.И.**

студент ФГБОУ ВО «Государственный университет управления»,  
г. Москва

**Гибадуллин А.А.**

к.э.н., доцент кафедры «Экономики и управления  
в топливно-энергетическом комплексе»  
ФГБОУ ВО «Государственный университет управления»,  
г. Москва

*Аннотация. Статья посвящена вопросам цифровой трансформации электроэнергетической отрасли. В исследовании проанализированы реализующие проекты и программы в области перехода отрасли на цифровые технологии. В рамках проведенной работы были изучены мероприятия, направленные на цифровую трансформацию электроэнергетического комплекса, а также выделены преимущества и недостатки подобной трансформации. В исследовании отражены проблемы, с которыми электроэнергетическая отрасль сталкивается при переходе на цифровые технологии. В завершении работы сделаны основные выводы по результатам проведенного исследования.*

*Ключевые слова: цифровизация, трансформация, электроэнергетика, цифровые технологии, переходный период, проблемы перехода.*

## **ELECTRICITY DIGITALIZATION PROBLEMS: FROM SOLUTIONS TO TRANSFORMATION**

**G.A. Zybкова**

Student FSBEI of HE "State University of Management",  
Moscow, Russia

**D.I. Zimnyhova**

Student FSBEI of HE "State University of Management",  
Moscow, Russia

**A.A. Gibadyllin**

Cand. Sci (Economic), docent of the Department «Economics and Management  
in the fuel and energy complex»  
Student FSBEI of HE «State University of Management»,  
Moscow, Russia

*Annotation. The article is devoted to the issues of digital transformation of the electric power industry. The study analyzed implementing projects and programs in the field of transition of the industry to digital technologies. As part of the work, measures aimed at digital transformation of the electric power complex were studied, and the advantages and disadvantages of such a transformation were highlighted. The study reflects the problems that the electric power industry is faced with when switching to digital technologies. At the end of the work, the main conclusions are drawn from the results of the study.*

*Keywords: digitalization, transformation, electric power industry, digital technologies, transition period, transition problems.*

Вопросы перехода национальной экономики на цифровые технологии особенно обостряются в период развития новых технологий, оптимизации бизнес-процессов и необходимости соответствовать мировым трендам в промышленном производстве. На сегодняшний день активно обсуждаются вопросы перехода различных сфер деятельности на инновационные и цифровые технологии, в том числе электроэнергетической отрасли, как самой капиталоемкой и высокотехнологичной. Условия перехода отраслей промышленности на цифровые технологии требуют использования различных механизмов и мероприятий, обеспечивающих трансформацию видов экономической деятельности на новые принципы функционирования и развития [1-2].

Словосочетание «цифровая трансформация» означает существенную оптимизацию и изменение логики технологических и бизнес-процессов компании за счет внедрения современных цифровых технологий [3]. Предпосылкой к цифровой трансформации в электроэнергетической отрасли являются обнажившиеся проблемы обеспечения устойчивого функционирования и развития электроэнергетики, а именно:

- дефицит и избыток электроэнергии и мощности при невозможности аккумулировать энергию;
- аварии и, как следствие, перебои в поставках электроэнергии в связи с использованием морально и физически устаревших основных производственных фондов генерирующих и сетевых компаний;
- пробелы в системах управления, контроле осуществления отдельных операций и отсутствие оперативных процессов реагирующих на внешние и внутренние изменения системы [4].

Таким образом, с целью решения указанных проблем целесообразно внедрять новые технологии, основанные на инновационных и цифровых платформах.

На сегодняшний день цифровая трансформация в электроэнергетической отрасли должна затронуть все сферы деятельности электроэнергетического комплекса от поставки необходимого сырья на электростанцию для производства энергии до оценки объемов и условий потребления электрической энергии конечными потребителями [5].

*Материалы и методы.* Целью настоящего исследования является анализ проблем цифровой трансформации электроэнергетической отрасли и поиск мероприятий, позволяющих обеспечить цифровую трансформацию электроэнергетического комплекса. Для достижения поставленной цели, нами были предложены следующие задачи:

- проанализировать существующий опыт внедрения цифровых технологий в электроэнергетический комплекс;
- выявить проблемы цифровой трансформации и предложить мероприятия по их решению.

В основе проведенного исследования были использованы методы статистического, факторного, исторического, сравнительного, логического, экономико-математического и системного анализа, метод экспертных оценок, которые позволят выявить проблемы цифровой трансформации электроэнергетической отрасли.

*Результаты.* В электроэнергетической отрасли Российской Федерации предпринимаются различные шаги, связанные с переходом отрасли на цифровые технологии, так, например, в России впервые была введена цифровая подстанция.

Цифровая подстанция – это подстанция, система автоматизации и управления которой построена на базе открытых стандартов МЭК 61850 с использованием инновационных способов сбора и обработки информации, таких как цифровые трансформаторы тока и напряжения, выносные устройства связи с объектом и интеллектуальные электронные устройства [8].

Первой компанией, которая начала осуществлять переход отрасли на цифровые технологии являлся холдинг «Россети», запустивший 22 декабря 2017 года первую цифровую подстанцию 110/10 кВ имени М.П. Сморгунова в Красноярском крае. Данная подстанция призвана обеспечить электроснабжением Емельяновский район Красноярского края. Генеральный директор «Россетей» Павел Ливинский считает, что «данные технологии позволяют потребителям снижать расходы за потребляемую электроэнергию, а сетевым компаниям – повысить эффективность работы систем энергоснабжения за счет прозрачности системы, ее удешевления и снижения влияния человеческого фактора на работу системы в разы». В рамках компании «Россети» разработана программа постепенного перехода объектов электросетевого комплекса на цифровые технологии [9].

Следующим примером внедрения цифровых технологий в электроэнергетический комплекс является система под названием Demand Response, которую в 2017 году внедрил «Системный оператор» на оптовый рынок электроэнергии, получившая название «управление спросом». Система подразумевает, что потребители на оптовом рынке электроэнергии и мощности могут по заявке диспетчеров снижать свое энергопотребление в периоды пиковых цен [6]. Это приводит к уменьшению загрузки самой дорогой пиковой генерации.

Одним из известных примеров внедрения цифровых технологий в электроэнергетической отрасли является система умного учета электроэнергии, которая позволяет систематизировать и упорядочить процесс сбора и хранения информации об объемах потребления электрической энергии. Несвоевременная сдача показаний потребителями электрической энергии, хищение электроэнергии и финансовые и трудовые затраты на контроль объемов потребления актуализируют вопрос внедрения системы умного учета электроэнергии в России. Умные счетчики способны передавать данные по Интернету на сервер энергосбытовой компании для последующего формирования счета потребителя [11]. Система обеспечивает точный и своевременный сбор и передачу показаний, а также позволяет выявить нарушения качества предоставляемых услуг и аварийные ситуации. В данном случае потребители не тратят время на сбор и передачу данных, система обеспечивает прозрачное начисление платы, а также позволяет избежать ошибок при снятии и передаче данных со счетчиков. Среди положительных эффектов, от внедрения системы умного учета электрической энергии можно выделить:

- своевременное и оперативное предоставление данных об объемах потребления электрической энергии;
- возможность дистанционного отключения электрической энергии от недобросовестных потребителей;
- контроль и предотвращение хищения электрической энергии.

Ещё одной активно развивающейся технологией в электроэнергетической отрасли является Smart Grid (умные сети), которые представляют собой систему передачи электроэнергии от производителя к потребителю, способную самостоятельно отслеживать и распределять потоки электричества для достижения наибольшей эффективности использования энергии. С применением современных информационных и коммуникационных технологий, появляется возможность взаимодействия всего оборудования умных сетей, что, в результате и создает единую интеллектуальную систему энергоснабжения, включающую в себя информационную систему управления, позволяющую хранить, быстро анализировать большие объёмы информации и незамедлительно реагировать на возможные аварии и отключения. При этом вся информация будет аккумулироваться и оперативно поступать на сервер энергосетевых компаний, что позволит своевременно ликвидировать аварии на линиях электропередач. Такая система позволяет аккумулировать информацию, проводить ее анализ и в автономном режиме принимать решения по оптимизации системы электроснабжения, либо отключения поврежденных участков, что, безусловно, обеспечить надежность и бесперебойность работы всей энергетической системы Российской Федерации.

Таким образом, можно сделать вывод, что введение новой интеллектуальной системы распределительных сетей позволит решить множество проблем, стоящих перед электроэнергетической отраслью. Умные сети способствуют оптимизации потребления электроэнергии, уменьшению затрат и повышению надежности и эффективности энергосистемы в целом. Все это благоприятно скажется на качестве энергоснабжения и развитии энергетической отрасли [6].

Немалую роль в цифровизации энергетической отрасли сыграло государство. Так, в 2017 году цифровизация экономики была включена в перечень основных направлений стратегического развития страны до 2025 года. Безусловно, программа цифровизации была направлена и на электроэнергетический комплекс, разработкой и реализацией которой занимается Министерство энергетики Российской Федерации. Цель программы Минэнерго «Цифровая трансформация электроэнергетики России» - повысить эффективность и надежность Единой энергосистемы России при помощи внедрения риск-ориентированного управления на базе цифровых технологий, и в первую очередь технологий промышленного Интернета.

Риск-ориентированный подход (РОП) – это способ организации надзора, в рамках которого строгость осуществления контрольных мероприятий зависит от категории риска проверяемых объектов [7]. Внедрение риск-ориентированного управления в электроэнергетической отрасли заключается в разработке системы прогнозирования технического состояния оборудования, а именно переход на предикативную аналитику, которая самостоятельно прогнозирует отклонения и предотвращает аварийные ситуации в работе оборудования. Подобная система получает данные о работе оборудования в режиме онлайн, после чего, при помощи цифрового моделирования и предикативных математических алгоритмов выявляет опасные тенденции в момент их зарождения. Система оповещает о возможной аварии или поломке за 2-3 месяца до того момента, когда они произойдут. Таким образом, появляется возможность своевременно проводить осмотры и ремонты технологического оборудования, не дожидаясь его выхода из строя, тем самым, повышая надежность и эффективность систем энергоснабжения [6].

На сегодняшний день в электроэнергетической отрасли приняты несколько документов, направленных на развитие цифровых технологий в отрасли, среди которых можно выделить: «Прогноз научно-технологического развития отраслей топливно-энергетического комплекса России на период до 2035 года», дорожная карта

«Внедрение инновационных технологий и современных материалов в отраслях ТЭК», госпрограмма «Энергоэффективность и развитие энергетики». Кроме того, приняты национальные проекты: «Разработка и внедрение цифровых электрических подстанций и станций на вновь строящихся и реконструируемых объектах энергетики» и «Энергоэффективная подстанция» [6]. Безусловно, в период перехода на цифровые технологии электроэнергетической отрасли необходима государственная поддержка, которая, на наш взгляд, должна быть выражена в разработке законодательных, правительственных и отраслевых нормативно-правовых актов позволяющих энергетическим компаниям получать государственную поддержку в вопросах цифровой трансформации. Подобная поддержка может быть выражена не только в предоставлении финансовых ресурсов, но и обеспечение беспрепятственного доступа к технологиям, патентам и иным изобретениям.

Можно сделать вывод, что без государственной поддержки сложно представить цифровую трансформацию электроэнергетической отрасли, так как государственные институты являются главным побудителем и драйвером развития всех сфер промышленного производства.

Государство от внедрения цифровых технологий в электроэнергетический комплекс получить следующих положительных эффект:

- повышение уровня энергонезависимости экономики;
- получение инфраструктурной обеспеченности;
- улучшение качества и доступности услуг касаясь передачи электроэнергии и технологического присоединения.

Для потребителей внедрение цифровых технологий обеспечит:

- повышение качества и доступности предоставляемых услуг, а именно – по передаче электроэнергии и технологическому присоединению;
- возможность самостоятельно регулировать потребление электроэнергии;
- получение доступа к дополнительным клиентским сервисам, таким как личный кабинет, «умные контракты», возможность выбора пакета тарифов на оплату электроэнергии [11].

Вместе с тем, в период перехода экономики на цифровые технологии окажет значительное влияние на рынок труда. Эксперты института McKinsey предполагают, что к 2036 году будет автоматизировано порядка 50% всех рабочих процессов, что означает существенное сокращение рабочих мест и персонала, выполняющего формализованные повторяющиеся операции. Таким образом, по мнению экспертов, автоматизация позволит повысить объём мирового ВВП до 10 триллионов долларов США к 2030 году, сократив при этом 14% мировой рабочей силы, то есть около 375 миллионов человек, которые будут вынуждены сменить род деятельности.

Однако цифровизация отраслей экономики, включая электроэнергетику, означает появление качественно новых, востребованных профессий, требующих специализированные знания для разработки, внедрения и работы с цифровыми технологиями.

Потребности в персонале будут обуславливаться наличием у специалистов таких компетенций, как:

- умение работать и анализировать большой объём данных;
- желание и умение применять цифровые технологии для оптимизации бизнес-процессов;
- адаптивность и гибкость работников к меняющимся условиям рынка.

Таким образом, наряду с трансформацией отраслей экономики, ожидается трансформация рынка труда. В электроэнергетике наиболее востребованными профессиями будущего будут являться:

- специалист по цифровым системам управления энергообъектов;
- специалист по обеспечению кибербезопасности предприятий электроэнергетического комплекса;
- системный инженер интеллектуальных энергосетей;
- проектировщик энергонакопителей;
- маркетолог энергетических рынков;
- наладчик/контролёр энергосетей для распределённой энергетики.

Стоит упомянуть, что появление новых профессий отразится на дефиците кадров, занятых в сфере внедрения и развития цифровых технологий. Причиной возникновения дефицита компетентных кадров в данной области может являться отсутствие стимулов у сотрудников к приобретению навыков владения и освоения цифровыми технологиями, а также сопротивление персонала к изменениям, затрагивающим основные рабочие процессы. Как следствие, темпы внедрения и развития цифровых технологий довольно незначительны [12-15].

По данным исследований проведенных Высшей школы экономики в 2017 году в России доля занятых в сфере информационно-коммуникационных технологий не превышало 1,7% от общего числа занятых в экономике, что составляет примерно 1,2 млн. человек (рисунок) и это свидетельствует о существенной отсталости российской экономики от мировых тенденций [16].

Из рисунка видно, что большинство стран Европы и Запада демонстрируют среднюю долю занятого населения в сфере ИКТ в пределах 3%, Россия показывает значительно низкий результат, свидетельствующий о недостаточно развитой сфере ИКТ. Однако сложившаяся ситуация не исключает возможности сотрудничества и обмена опытом России с ведущими странами в секторе ИКТ, в результате которого могут быть реализованы инновационные проекты, созданы направления подготовки в университетах по ведущим специальностям ИКТ и, как следствие, появление все более квалифицированных кадров и дополнительных рабочих мест.

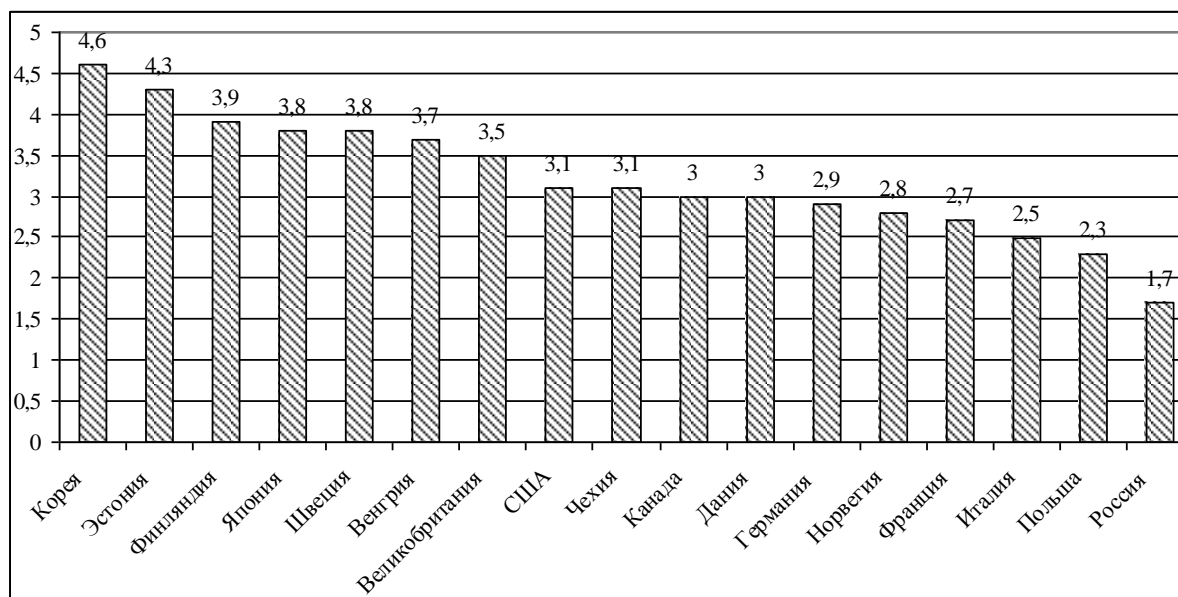


Рисунок 1 – Доля занятых в секторе информационно-коммуникационных технологий от общего числа занятых на 2017 год, в процентах

*Обсуждение.* Проведенное исследование позволило выявить проблемы цифровой трансформации электроэнергетической отрасли, среди которых можно выделить следующее [17-20]:

- низкий технологический уровень электроэнергетической отрасли, вызванный моральным и физическим износом основных производственных средств;
- снижение инвестиционной привлекательности замедляет темпы обновления и модернизации производственных мощностей, а также негативно влияет на развитие энергоэффективных, инновационных и цифровых технологий;
- зависимость российских энергокомпаний от импортных технологий. Отсутствие отечественных инновационных разработок вынуждает компании приобретать оборудование за рубежом;
- отсутствие квалифицированных специалистов, обладающих опытом работы с передовыми цифровыми технологиями и навыками анализа и структуризации больших объёмов данных;
- отсутствие стимула к внедрению инновационного оборудования со стороны участников рынка электроэнергетики.
- угрозы кибератак. Обеспечение кибербезопасности является одним из важнейших условий развития цифровизации. С переходом на цифровую экономику, информация становится более уязвимой для всевозможных кибератак.

Таким образом, можно отметить, что переход электроэнергетической отрасли на цифровые технологии замедляют разные факторы, на которые не могут повлиять хозяйствующие субъекты и требует от предприятий электроэнергетики адаптироваться и существовать в новых условиях.

На основе всего вышесказанного можно выделить следующие рекомендации, направленные на предотвращение возможных угроз:

- международное сотрудничество российских организаций и стран Европы для разработки мер борьбы с киберпреступностью и совершенствованию методов защиты от атак;
- своевременный и подробный взаимообмен информацией между различного уровня компаний о произошедших атаках и технологиях их отражения;
- повышение качества технического обеспечения безопасности информационных систем организаций, а именно: разработка программных обеспечений для предотвращения кибератак, установка межсетевых экранов и средств защиты от утечек информации;
- финансирование программ киберразведки, предназначенной для поиска и поимки преступников;
- оснащение и постоянное обновление антивирусных программ;
- размещение в СМИ результатов борьбы с киберпреступностью с целью превентивности новых киберпреступлений

Таким образом, для преодоления препятствий, связанных с реализацией цифровой трансформации электроэнергетического комплекса необходимо предпринять следующие мероприятия:

- развитие новых подходов и принципов работы персонала и техники в условиях цифровой трансформации электроэнергетики и экономики в целом;
- тесная кооперация государственных органов власти и бизнеса, своевременный обмен данными и совместные мероприятия по реализации проектов по цифровизации;
- повышение инвестиционной привлекательности отрасли и внедрение новых систем управления электроэнергетической отраслью;
- повышение безопасности информационного пространства.

*Заключение.* Таким образом, проведенное исследование позволило выявить негативные и позитивные факторы от перехода электроэнергетической отрасли

Российской Федерации на цифровые технологии. В работе были предложены механизмы и условия цифровой трансформации электроэнергетического комплекса.

#### Список источников

1. Gibadullin A.A., Pulyaeva V.N., Yerygin Y.V. The need for a digital substation during the digitalization of energy. International Youth Scientific and Technical Conference Relay Protection and Automation, RPA. 2018. P 8537223.
2. V N Pulyaeva et al 2019 IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 537 042033
3. Официальный сайт ПАО «Московская объединенная электросетевая компания». URL: [https://www.moesk.ru/спец\\_проекты/tsifrovaya-transformatsiya/#tab-monter](https://www.moesk.ru/спец_проекты/tsifrovaya-transformatsiya/#tab-monter) (дата обращения: 07.09.2019).
4. Чистова Е. Передавать с умом // Атомный эксперт. 2018. № 7. С. 22.
5. D E Morkovkin et al 2019 IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 537 042064.
6. Электроэнергетика 4.0: перейти на цифру. URL: <https://www.rvc.ru/press-service/media-review/nti/132228> (дата обращения: 07.09.2019).
7. Риск-ориентированный подход при организации госконтроля. Электронный журнал бухгалтера и предпринимателя «Ассистентус». URL: <https://assistentus.ru/vedenie-biznesa/risk-orientirovannyj-podhod-pri-organizacii-goskontrolya/> (дата обращения: 08.09.2019).
8. Горелик Т.Г., Кабанов П.В., Кириенко О.В. Подходы к построению надежной структуры цифровой подстанции // Электрификация. URL: <https://www.rza-expo.ru/images/2017/history/2013/day3/sect1/C.3.1-2.pdf> (дата обращения: 08.09.2019).
9. «Россети» ввели в эксплуатацию первую цифровую подстанцию в России // ТАСС. URL: <https://tass.ru/sibir-news/4834747> (дата обращения: 09.09.2019).
10. КОНЦЕПЦИЯ ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ 2030 // ПАО «Россети» URL: [https://www.rosseti.ru/investment/Kontseptsiya\\_Tsifrovaya\\_transformatsiya\\_2030.pdf#page18](https://www.rosseti.ru/investment/Kontseptsiya_Tsifrovaya_transformatsiya_2030.pdf#page18) (дата обращения: 09.09.2019).
11. Башмаков И.А., Бродач М.М., Бернер М.С. Как внедрить умный учет электричества в многоквартирных домах за 24 часа // Энергосбережение и автоматизация. 2018. №7. С. 42-43.
12. Linnik Yu.N., Sherstkin V.V., Linnik V.Yu. Integral criterion of coal seam breakability // Gornyi Zhurnal. 2018. Vol. 8. Pp. 37-41.
13. A A Gibadullin et al 2019 IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 537 042031.
14. Sazanova S.L., Sharipov F.F., Dyakonova M.A. Spatial Economics, Geopolitics, and Marxism. Marx and Modernity: a Political and Economic Analysis of Social Systems Management. A collective monograph. Edited by Marina L. Alpidovskaya, Elena G. Popkova. A Volume in Advances in Research on Russian Business. Information Age Publishing Inc, 2019, 651 p., pp. 279-288.
15. Kamchatova E.Y., Vasilieva A.V., Lyasnikov N.V., Dudin M.N., Vysotskaya N.V. Energy saving management in urban economy and industry // International Journal of Civil Engineering and Technology. 2018. Vol. 9. T. 6. Pp. 1423-1429.
16. Linnik Yu.N., Linnik V.Yu., Garifullin F.F. Loading and durability of cutter holders in case of wear of coal production combine cutter slots // Ugol'. Vol. 11 (1112). Pp. 24-30.
17. A A Gibadullin et al 2019 IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 537 042065
18. Merenkov A.O. Digital economy: transport management and intelligent transportation systems // E-management. 2018. Vol. 1. T. 1. Pp. 12-18. DOI: 10.26425/2658-3445-2018-1-12-18.



19. Vorontsov V.B., Sharipov F.F., Timofeev O.A. Current trends in the coal market in China in the second half of 2018 // Ugol'. 2019. 4(1117). Pp. 110-112. <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2019-4-110-112>
20. Linnik V.Yu., Linnik Yu.N. Priority directions of innovative development in oil and gas complex at the Siberian Federal District // Upravlenie. 2019. Vol. 7. T. 1. Pp. 40-49. DOI: 10.26425/2309-3633-2019-1-40-49.